

# ELECTRIC VEHICLE AND RUNNING CONTROL METHOD THEREFOR

**Publication number:** JP7123514

**Publication date:** 1995-05-12

**Inventor:** MASAKI RYOZO; MUTO NOBUYOSHI; MIYAZAKI TAIZO; TAJIMA FUMIO

**Applicant:** HITACHI LTD

**Classification:**

- **international:** B62D63/06; B60L11/18; H02J7/00; B62D63/00; B60L11/18; H02J7/00; (IPC1-7): B60L11/18; B62D63/06; H02J7/00

- **European:**

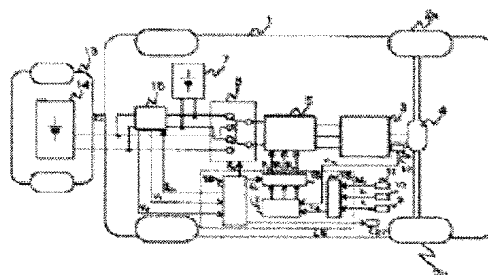
**Application number:** JP19930260577 19931019

**Priority number(s):** JP19930260577 19931019

**Report a data error here**

## Abstract of JP7123514

**PURPOSE:**To provide an electric vehicle employing a main battery and an auxiliary battery mounted arbitrarily, and a running control method therefor, in which the running distance can be extended by cutting off the auxiliary battery at the time of running. **CONSTITUTION:**In an electric automobile 1 wherein the power from a main battery 7 or an auxiliary battery 14 is fed through a switching unit 8 to an inverter 5 which feeds the inverted power to an induction motor 3 for driving an electric automobile 1, power from the auxiliary battery 14 is consumed first and power is transferred from the auxiliary battery 14 to the main battery 7 through an energy transfer unit 15 at the time of running thus controlling the charging operation of the main battery 7 through a controller 6. The auxiliary battery 14 is disconnected upon exhaustion thereof to reduce the weight of the electric automobile 1 and sustains running with the power from the charged main battery 7. Since the time running with reduced weight is prolonged, the running distance can be increased correspondingly.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]Electric rolling stock provided with an electric motor characterized by comprising the following which drives electric rolling stock, the main battery which stores electricity electric power, a power conversion means to change electric power of said main battery and to supply said electric motor, and a control means which controls said power conversion means.

An auxiliary battery which is installed in said electric rolling stock, enabling free attachment and detachment, and is used as auxiliary power to said main battery.

An electric power transfer means which transmits electric power from said auxiliary battery during a run of said electric rolling stock to said main battery.

[Claim 2]In claim 1, said electric power transfer means has a full charge detection means to detect a full charge of said main battery, Electric rolling stock being what starts electric power transmission to said main battery from said auxiliary battery when it judges below with a predetermined full charge value which shows that said full charge detection means is a full charge.

[Claim 3]Electric rolling stock characterized by said auxiliary battery being a power storage means whose energy density is higher than said main battery in claim 1.

[Claim 4]Electric rolling stock characterized by said auxiliary batteries being said electric power transfer means and integral construction in claim 1.

[Claim 5]In a traveling control method of electric rolling stock which controls and runs the main battery carried in electric rolling stock, and an auxiliary battery used as auxiliary power to said main battery, A traveling control method of electric rolling stock carrying out a continuous run using electric power which transmitted electric power of said auxiliary battery from said auxiliary battery during a run of said electric rolling stock to said main battery, stopped when said transmission was completed, removed said auxiliary battery from said electric rolling stock, and was transmitted to said main battery.

[Claim 6]A traveling control method of electric rolling stock making a current control function which controls current which charges an auxiliary battery the aforementioned picking outside in the bottom in claim 5, and an electric power transfer function which transmits electric power of said auxiliary battery to said main battery make it serve a double purpose.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]In the electric rolling stock it runs with a battery, this invention relates to the traveling control method of electric rolling stock and electric rolling stock which extends the mileage.

[0002]

[Description of the Prior Art]Since the accumulation-of-electricity electric power of a battery has a limitation from the former, it is a problem that mileage of electric rolling stock is short as compared with a gasoline-powered vehicle. As solution to this, there is a method indicated to JP,57-25103,A, JP,3-155307,A, JP,4-334906,A, JP,4-334907,A, etc. These fundamental views add an auxiliary battery in addition to the main battery of electric rolling stock, and extend mileage. However, there is a point which is different in a view, respectively in the detailed portion of these well-known examples. Hereafter, it is explained.

[0003]The method indicated to JP,57-25103,A, JP,3-155307,A, and JP,4-334906,A, It is the method of lending and extending mileage which connects and runs the trailer (the trailer of the two latters is not necessarily a necessary condition.) loading whether it carries and runs an auxiliary battery to the electric rolling stock itself, and an auxiliary battery. And the added auxiliary battery is used preferentially and exchanging and running a used auxiliary battery is indicated.

[0004]The method indicated to JP,4-334907,A is the method of supplying electric power to the main battery of the electric rolling stock which is a high voltage power supply simple from an external low voltage power supply, for example, the battery of a gasoline-powered vehicle, and extending mileage. This method is effective in the correspondence in an emergency like [ when the electric power of the main battery is lost during a run ].

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, the method indicated to JP,57-25103,A, JP,3-155307,A, and JP,4-334906,A is not taken into consideration about transmitting accumulation-of-electricity electric power from an auxiliary battery during a run of electric rolling stock to the main battery. On the other hand, it is hard to say that the method of JP,4-334907,A extends mileage supposing an emergency. It is not suitable, even if it is charge to a high voltage power supply from a low voltage power supply, charging efficiency is low and it sees from the field of charging efficiency. Therefore, when the electric power of both the main battery and an auxiliary battery is lost, It is necessary to take the method (from the next, exchange loading is carried out with the next and it runs the auxiliary battery which carries out exchange connection, and runs the next and a trailer, or carries them in electric rolling stock from the next) of exchanging and running a used auxiliary battery, without stopping in order to charge the main battery, or charging. There is a problem to which the rate of extending mileage becomes small since a body weight increases and running resistance increases when always connecting a trailer or always carrying and running an auxiliary battery. There is also no statement about charge of the used auxiliary battery which is deeply related to "extending mileage."

[0006]In the main battery and the electric rolling stock using the auxiliary battery which can be carried arbitrarily, the first purpose of this invention is to provide the traveling control method of electric rolling stock and electric rolling stock which extends mileage.

[0007]In the charging method of the auxiliary battery for extending mileage, the second purpose of this invention is to provide the traveling control method of the electric rolling stock which makes

charging operation of the removed auxiliary battery easy.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In electric rolling stock provided with a power conversion means for the first above-mentioned purpose to change electric power of an electric motor which drives electric rolling stock, the main battery which stores electricity electric power, and the main battery, and to supply an electric motor, and a control means which controls a power conversion means, It is attained by establishing an auxiliary battery which is installed in electric rolling stock, enabling free attachment and detachment, and is used as auxiliary power to the main battery, and an electric power transfer means which transmits electric power from an auxiliary battery during a run of electric rolling stock to the main battery.

[0009] In a traveling control method of electric rolling stock which controls and runs the main battery carried in electric rolling stock, and an auxiliary battery used as auxiliary power to the main battery, Carrying out a continuous run using electric power which transmitted electric power of an auxiliary battery from an auxiliary battery during a run of electric rolling stock to the main battery, stopped when transmission was completed, removed an auxiliary battery from electric rolling stock, and was transmitted to the main battery is also attained.

[0010] A traveling control method of electric rolling stock which furthermore attains the second purpose, Electric power of an auxiliary battery is transmitted from an auxiliary battery during a run of electric rolling stock to the main battery, A current control function which controls current which carries out a continuous run using electric power which stopped when transmission was completed, removed an auxiliary battery from electric rolling stock, and was transmitted to the main battery, and charges the removed auxiliary battery concerned, An electric power transfer function which transmits electric power of an auxiliary battery to the main battery is made to make it serve a double purpose.

[0011]

[Function] Where the electric power of the main battery is lost, when carrying out a continuous run, the point which exchanges [ loading-] or exchanges [ connection-] and newly runs an auxiliary battery is a different place in that the electric power of an auxiliary battery is transmitted from an auxiliary battery during the run after exchange to the main battery, although this invention is the same as a Prior art. If the electric power of an auxiliary battery is lost during a run by transmission in the case of this invention, an auxiliary battery will be removed at the time. And after removing, a continuous run can be carried out using the electric power transmitted to the main battery.

[0012] On the other hand, in the case of a Prior art, it cannot demount and run from the beginning which uses up the electric power of an auxiliary battery to the last. Therefore, a difference arises in the running resistance for the weight of an auxiliary battery between this invention and a Prior art, and the direction in the case of this invention becomes light and it can run can extend the mileage of electric rolling stock.

[0013] On the other hand, the electric power transfer means and auxiliary battery which perform electric power transmission to the main battery from an auxiliary battery are made into the thing of integral construction, and when charging the auxiliary battery separated from the body in the external power, it enables it to charge using the above-mentioned electric power transfer means. That is, it is not necessary to prepare another charging control device, and enables it to perform charging operation of the removed auxiliary battery easily by making transfer control and charge control make it serve a double purpose. This is convenient as a system which performs loading exchange of an auxiliary battery or connection exchange, and extends mileage, and effective.

[0014]

[Example] Hereafter, one example of this invention is described with reference to drawings.

[0015] Drawing 1 is a lineblock diagram showing the electric rolling stock of one example by this invention. It is an example in the case of driving the induction motor 3 for a run in the electric rolling stock 1 with the main battery 7 arranged into the body of the electric rolling stock 1, and the auxiliary battery 14 arranged to the trailer 13. It is the structure which connects the trailer 13 with the rear of the electric rolling stock 1.

[0016] Drawing 2 is the outline view seen from the side of the electric rolling stock shown in drawing 1. The trailer 13 can be detached and attached easily. It returns to drawing 1 and the front wheel 2a of the electric rolling stock 1 and 2b are mechanically connected to the induction motor 3 via the differential gear 4. The inverter 5 is controlled by PWM pulse  $P_U$  outputted from the control device 6,

$P_V$ , and  $P_W$ . The transfer device 8 is changed by switching signal  $S_c$  of the control device 6, the main battery 7 or the auxiliary battery 14 is chosen, and electric power is supplied to the induction motor 3 from one of batteries. The control device 6 comprises the torque command arithmetic circuit 16, the motor control circuit 17, the pulse driver circuit 18, and the battery command circuit 19. The torque command arithmetic circuit 17 determines torque command  $\tau_R$  for performing the acceleration and deceleration of the electric rolling stock 1 based on acceleration signal  $X_a$  outputted, respectively, reduced-speed-signal  $X_b$ , and shift signal  $M_D$  from the accelerator pedal 9, the brake pedal 10, and the shift lever 11. This torque command  $\tau_R$  and motor speed  $\omega_M$  of the induction motor detected with the speed detection machine 12 are inputted into the motor control circuit 17, and the vector control operation well known as the control method of an induction motor is performed. As a result, PWM pulse  $P_U$ ,  $P_V$ , and  $P_W$  are outputted from the motor control circuit 17. Although these PWM pulses are inputted into the pulse driver circuit 18, start-and-stop control is performed by the pulse stop signal  $S_s$  outputted from the battery command circuit 19 mentioned later. That is, when the pulse stop signal  $S_s$  is ON, the main force of PWM pulse  $P_U$  outputted from the motor control circuit 17,  $P_V$ , and the  $P_W$  is carried out to the inverter 5 as it is, and PWM control of the inverter 5 is carried out. When the pulse stop signal  $S_s$  is OFF, a PWM pulse is not outputted but control of the inverter 5 stops.

[0017]Next, the battery command circuit 19 which controls the energy transmission device 15 and this which are the important components of this invention is explained. It is the purpose that the energy transmission device 15 transmits the energy of the auxiliary battery 14 to the main battery 7, the input side is connected to the auxiliary battery 14, and the output side is connected to the main battery 7. Voltage  $V_1$  of the main battery 7 and the auxiliary battery 14 and  $V_2$  are outputted to the battery command circuit 19 from the energy transmission device 15. On the other hand, charging current instruction  $I_{CR}$  which could be calculated in the battery command circuit 19 is outputted to the energy transmission device 15. It is good also at the electric power transfer means with which the energy transmission device 15 and the battery command circuit 19 were united.

[0018]Drawing 3 is a figure showing the circuitry of the energy transmission device of one example by this invention. It is a circuitry figure of the energy transmission device 15. As shown in a figure, the energy transmission device 15 consists of DC to DC converter 20 and the battery control circuit 21. The battery control circuit 21 consists of the voltage detection circuits 22 and 23, the charging current control circuit 24, the current detection machine 25, and the pulse driver circuit 26. Each voltage  $V_1$  of the main battery 7 and the auxiliary battery 14 which were detected with the voltage detection circuits 22 and 23, and  $V_2$  are outputted to the battery command circuit 19. In the charging current control circuit 24, using the charging current detected and fed back with charging current instruction  $I_{CR}$  and the current detection machine 25, current control operations, such as a proportional-plus-integral control operation, are performed, and PWM pulse  $P_p$  is outputted. Thereby, the pulse driver circuit 26 drives switching element  $S$ , and controls the charging current charged by the main battery 7 as charging current instruction  $I_{CR}$ . When charging current instruction  $I_{CR}$  is zero, it stops and the output of PWM pulse  $P_p$  also suspends operation of DC to DC converter 20.

[0019]Drawing 4 is a circuit operation figure showing the current which flows by switching of DC to DC converter 20. This operation is explained using a circuit operation figure. This converter serves as circuitry which operates when voltage  $V_2$  of the auxiliary battery 14 is higher than voltage  $V_1$  of the main battery 7. Therefore, also when the remaining capacity of the auxiliary battery 14 falls, it is necessary to set up the rated voltage of an auxiliary battery beforehand so that the conditions of  $V_2 > V_1$  may always be realized. First, when one [ switching element  $S$  ], the current to the main battery 7 increases from the auxiliary battery 14 via the reactor  $L$  by the circuit shown in drawing 4 (a). Next, when switching element  $S$  turns off, current flows in the direction shown in the circuit of drawing 4 (b). That is, and it continues passing it as current which charges the main battery 7. [ the current which was flowing into the reactor  $L$  ] [ flow / continue ] [ the diode  $D$  ] In order that charging current may decrease gradually at this time, operation [ one / again / with instructions of

the charging current control circuit 24 / operation / switching element S ] is performed. Thus, operation of the shown circuitry is repeated by drawing 4 (a) and (b), and predetermined charging current control is performed to it. Thereby, the energy of the auxiliary battery 14 can be transmitted to the main battery 7.

[0020] Drawing 5 is a figure showing the flow chart of data processing performed in the battery command circuit 19. These arithmetic contents are described. Here, the case of one example which detects the charging state of a battery on voltage is explained.

[0021] First, voltage  $V_2$  of the auxiliary battery 14 is compared with auxiliary battery minimum voltage  $V_{2MIN}$  which shows that the remaining capacity of the auxiliary battery 14 is zero in Step 101. At the time of  $V_2 > V_{2MIN}$ , switching signal Sc is set to two at Step 102. It jumps to Step 103 at the time of  $V_2 \leq V_{2MIN}$ , and it sets switching signal Sc to one. Here, when switching signal Sc is 1, it means that the transfer device 8 changes to an auxiliary battery at the time of the main battery or 2. Therefore, control which consumes the energy of the auxiliary battery 14 preferentially rather than the main battery 7 will be performed until the energy of the auxiliary battery 14 is lost. After calculating Step 102, voltage  $V_1$  of the main battery 7 is compared with main battery maximum-voltage  $V_{1MAX}$  in Step 104. This main battery maximum-voltage  $V_{1MAX}$  shows whether the main battery is in a full charge state. At the time of  $V_1 < V_{1MAX}$ , it is Step 105, and it calculates charging current instruction  $I_{CR}$  according to voltage  $V_1$  of the main battery 7. When the main battery 7 is charged and voltage  $V_1$  increases gradually, the operation which reduces charging current instruction  $I_{CR}$  gradually is performed. In this case, since the main battery 7 is not in a full charge state, charging current instruction  $I_{CR}$  is calculated so that the main battery 7 may be charged from the auxiliary battery 14. Charging current instruction  $I_{CR}$  is taken as zero at Step 106 at the time of  $V_1 \geq V_{1MAX}$ , i.e., when the main battery 7 changes into a full charge state. Even after calculating Step 103, the same step 106 is calculated. Since this means the case where there is no energy of the auxiliary battery 14, it cannot charge but charging current instruction  $I_{CR}$  is made into zero.

[0022] The next of Steps 105 and 106 judges whether switching signal Sc differs from last time in Step 107. Since it is necessary to change a battery with the transfer device 8 to differ from last time, the inverter 5 must be suspended. Then, in Step 108, the pulse stop signal Ss is made one and it stops. Since it is not necessary to suspend the inverter 5 when switching signal Sc is the same as last time, the pulse stop signal Ss is turned OFF in Step 109. At the end, it outputs at Step 110 and the pulse stop signal Ss, switching signal Sc, and charging current instruction  $I_{CR}$  are outputted to each device of drawing 1 in this order. In drawing 1, the battery use display 27 displays the condition of use of a battery on a driver by displaying switching signal Sc and charging current instruction  $I_{CR}$  using the signal from the battery command circuit 19.

[0023] When will give priority to the energy of the auxiliary battery 14 with the transfer device 8, and it will consume to a motor drive, if the above control method is used, and the main battery 7 is not in a full charge state, namely, -- the energy of the auxiliary battery 14 can be transmitted to the main battery 7 with the energy transmission device 15, running, driving a motor.

[0024] Drawing 6 is a figure showing change of the energy state of both the batteries at the time of carrying out a long-distance race line using the example of drawing 1, and the connecting state of a trailer by a time chart. It is a figure explaining an advantage when this method is actually used.

Drawing 6 (a) and (b) makes the main battery and an auxiliary battery a full charge, a run start is carried out and the case where the charging stand which can exchange auxiliary batteries every several 10 km is installed is assumed supposing the case where a long-distance race line is carried out. An auxiliary battery is considered as the case of the trailer loading an auxiliary battery. And drawing 6 (a) is the conventional operating method. Drawing 6 (b) is an operating method of one example with the energy transmission device 15 from the auxiliary battery 15 to the main battery 7.

[0025] Since time  $t_2$  drives in the former shown in drawing 6 (a), using the main battery and an auxiliary battery simultaneously, the remaining capacity of both batteries decreases gradually. On the other hand, since time  $t_1$  drives first only using an auxiliary battery in the case of the example shown

in drawing 6 (b), only the remaining capacity of an auxiliary battery decreases. And since the main battery must be used from time  $t_1$ , the remaining capacity of the main battery decreases. In this case, since an auxiliary battery becomes unnecessary at the time  $t_1$  time, a trailer can be put on a charging stand etc. If it does in this way, it can reduce and run car weight by the weight of an auxiliary battery, i.e., a trailer. Therefore, time to make electric rolling stock light and run electric rolling stock can arise, and it can be made to run electric rolling stock that much efficiently. Therefore, the remaining capacity of the main battery decreases from time  $t_1$  slowly to  $t_2$ . That is, when a time  $t_2$  time is considered, it turns out that the distance in which the operating method of drawing 6 (b) consumes and runs the same energy adding both batteries rather than the method of drawing 6 (a) is extended.

[0026]However, the original feature of this invention is in the difference in the control method after time  $t_2$ .

[0027]Since in the case of drawing 6 (a) there is almost no remaining capacity of the main battery immediately after time  $t_2$  when way continuation tends to be carried out and it is going to run, the trailer carrying an auxiliary battery must be connected with the next from the next in a charging stand. Therefore, it must run after time  $t_2$ , always connecting a trailer.

[0028]On the other hand, the operation after time  $t_2$  in the case of drawing 6 (b) is explained. In time  $t_2$ , the trailer 13 carrying the fully-charged auxiliary battery 14 is connected. This point is the same as the case of drawing 6 (a). However, it differs in that the energy of the auxiliary battery 14 is transmitted to the main battery 7 with the energy transmission device 15 at the same time it consumes for a run [ energy of the auxiliary battery 14 ]. Therefore, as compared with drawing 6 (a), drawing 6 (b) of  $t_3$  is larger from time  $t_2$ , and the decrease condition of the remaining capacity of an auxiliary battery becomes zero by time  $t_3$  to it. However, although the remaining capacity of the main battery 7 is under run, it increases by energy transmission, and the main battery 7 can be changed into a full charge state. Therefore, at the time  $t_3$  time, the trailer 13 can be separated, the trailer 13 can be put on a charging stand, and a continuous run can be carried out as it is. Therefore, again, time  $t_3$  to  $t_4$  becomes light, will run, and can run efficiently. Since attachment and detachment of a trailer increase, the detaching work is made easy and the number of times of attachment and detachment sets up the energy capacity of the main battery and an auxiliary battery lessen. A driver enables it to grasp exchange time easily, and it also enables it to run in comfort with the battery use display 27.

[0029]By using this example, efficient-ization in the case of carrying out a long-distance race line can be attained, and it is effective in mileage being more extensible.

[0030]Drawing 7 is a lineblock diagram showing the electric rolling stock of other examples by this invention. They are other examples in the case of transmitting the energy of an auxiliary battery to the main battery via the energy transmission device 28 altogether. It is a method in which this example does not have a change to the example of drawing 1 being a switch system of the main battery and an auxiliary battery by the transfer device 8. The battery base vehicle 29 carrying the auxiliary battery 14 is made into the structure which can be built in in the body of the electromobile 1 during the run.

[0031]Drawing 8 is the global placement figure seen from the side of the electric rolling stock shown in drawing 7. This method has the feature which can reduce running resistance as compared with the case of the trailer 13. Returning to drawing 7, energy is supplied to the inverter 5 from the main battery 7, and it has the composition that energy is supplied via the energy transmission device 28 also from the auxiliary battery 14.

[0032]Operation of the different energy transmission device 28 from the example of drawing 1 is explained. In order to perform charge control of a battery more correctly, the energy transmission device 28 calculates each remaining capacity  $E_1$  and  $E_2$  instead of voltage  $V_1$  of the main battery 7 and the auxiliary battery 14, and  $V_2$ , and is outputting it to the control device 6. The operation of charging current instruction  $I_{CR}$  performed with the control device 6 is the processing arithmetic that



the main battery 7 will always be in a full charge state, when the auxiliary battery 14 is not [remaining capacity] zero. That is, when the main battery is not in a full charge state, processing arithmetic which sets up charging current instruction  $I_{CR}$  so that charging current  $I_C$  which is an output of the energy transmission device 28 may become larger than input current  $i_1$  of the inverter 5 is performed. Thereby, the main battery 7 can be charged, driving the induction motor 3. When the main battery 7 is a full charge, processing arithmetic which coincides charging current instruction  $I_{CR}$  with input current  $i_1$  of the inverter 5 is performed. Since an effect equivalent to the example of drawing 1 can be acquired without using the transfer device 8 if it does in this way, it can miniaturize.

[0033] On the other hand, when the main battery 7 is in a full charge state, the regenerative current from the induction motor 3 must be slushed into the auxiliary battery 14.

[0034] Drawing 9 is a figure showing the circuitry of the energy transmission device in the case of reviving to an auxiliary battery. The circuitry of the energy transmission device 28 for corresponding to regeneration is shown. It consists of DC to DC converter 30 and the battery control circuit 31 for performing regenerative control. In DC to DC converter 30, since the charge to the main battery 7 from the auxiliary battery 14 is controlled by switching element  $S_1$  and diode  $D_1$  by the same method as drawing 4, explanation is omitted.

[0035] Drawing 10 is a circuit operation figure showing the flow of current when reviving to an auxiliary battery by switching of the energy transmission device shown in drawing 9. When reviving, current control is performed by carrying out on-off control of the switching element  $S_2$ . Like drawing 10 (a), when one [switching element  $S_2$ ], the current from the main battery 7 or the regenerative current from the induction motor 3 begins to flow via the reactor L, and increases gradually. When switching element  $S_2$  is turned off, since it continues sending the current of the reactor L, diode  $D_1$  can be made one, current can flow, charging current can flow into the circuit of drawing 10 (b), and the auxiliary battery 14 can be charged. Since voltage  $V_2$  of the auxiliary battery 14 is set up always more greatly than voltage  $V_1$  of the main battery 7, the charging current decreases gradually. Therefore, the size of charging current is controllable to a predetermined value by carrying out on-off control of the switching element  $S_2$ .

[0036] The battery control circuit 31 differs in the following point as compared with the control circuit of drawing 3. In order to measure the remaining capacity of the main battery 7 correctly, the remaining capacity arithmetic circuit 32 is formed. Charge and energy consumption are computed by integrating with the product from voltage  $V_1$  and current of the main battery 7. Remaining capacity  $E_1$  is obtained based on this. Remaining capacity  $E_2$  is obtained in the remaining capacity arithmetic circuit 34 based on the current which flows into the auxiliary battery 14 similarly detected with the newly formed current detection machine 33 about the remaining capacity of the auxiliary battery 14, and voltage  $V_2$  of the auxiliary battery 14. These are inputted into the control device 6.

[0037] It differs from drawing 3 in that the charging current control circuit 24 calculates not only at when charging current instruction  $I_{CR}$  is positive but at the time of negative. That is, when charging current instruction  $I_{CR}$  is positive, the charge control operation to the main battery 7 from the auxiliary battery 14 is performed, and PWM pulse  $P_p$  obtained by electric current feedback control performs the drive controlling operation of switching element  $S_1$ . And when charging current instruction  $I_{CR}$  is negative, the regeneration to the auxiliary battery 14 is meant in this case, and the drive controlling operation of switching element  $S_2$  which outputs PWM pulse  $P_m$  similarly obtained by electric current feedback control to the pulse driver circuit 35 is performed. This pulse driver circuit 35 is for driving switching element  $S_2$ , and, thereby, can be charged by the circuit operation of drawing 10. In this example, it is one of the features that regenerative current can be sent to the auxiliary battery 14.

[0038] Therefore, since energy transmission to the main battery can be performed by easier circuitry if this example is used, the possible electromobile of a long-distance race line can be provided

cheaply.

[0039] Drawing 11 is a lineblock diagram showing the electric rolling stock of an example besides by this invention one more. It is an example in consideration of the charge to the auxiliary battery 14 from an external power. A different point from the example of drawing 7 is having made the energy transmission device 37 and the auxiliary battery 14 into integral construction, and having arranged on the battery base vehicle 36. The car weight of electric rolling stock decreases by the weight of the energy transmission device 37 by this, and it is advantageous to running lightly. The portion which detects the remaining capacity of the main battery 7 is calculated using the remaining capacity arithmetic circuit 38 provided independently, and is outputting the result to the control device 6. Operation of this remaining capacity arithmetic circuit 38 is the same operation as the remaining capacity arithmetic circuit 32 of drawing 9.

[0040] Drawing 12 is the global placement figure seen from the side when the battery base vehicle 36 is connected to the electric rolling stock 1 shown in drawing 11. This method takes into consideration both, reduction of running resistance, and the ease of attachment and detachment.

[0041] Drawing 13 is a figure showing the circuitry of the energy transmission device whose charge and discharge are possible, even when the voltage of an auxiliary battery is lower than the voltage of the main battery. It is a figure showing the circuitry of the energy transmission device 37 which are other features of the example of drawing 11. Also when the voltage of the auxiliary battery 14 is lower than the voltage of the main battery, the energy transmission device 37 comprises DC-DC converter 39 which can carry out charge and discharge, and the battery control circuit 40 which controls this. In the battery control circuit 40, the different main points from the example of drawing 9 are arrangement of the current detection machine 41. The current detection machine 41 is formed in order to detect the continuation current which flows through the reactor L, and it is performing electric current feedback control with this detecting signal. The charge and discharge current of an auxiliary battery is detectable by this current detection method.

[0042] Drawing 14 and drawing 15 are the figures explaining operation of DC-DC converter 39.

[0043] Drawing 14 shows operation when charging the main battery 7 from the auxiliary battery 14. When one [ switching element  $S_1$  ], current begins to flow into a circuit like drawing 14 (a) through the reactor L, and it increases gradually. Next, when switching element  $S_1$  is turned off, the current of the reactor L is charged by the main battery 7 through diode  $D_2$  like drawing 14 (b). At this time, current decreases gradually. In drawing 14, it needs to be cautious of the polarity of the main battery 7. Predetermined current can be sent if the above operation is controlled by an electric-current-feedback-control operation.

[0044] Drawing 15 shows operation when reviving to the auxiliary battery 14. When one [ switching element  $S_2$  ], the current from the main battery 7 or the regenerative current from the induction motor 3 begins to flow like drawing 15 (a) through the reactor L, and increases gradually. When switching element  $S_2$  is turned off, the current which flows into the reactor L like drawing 15 (b) is revived by the auxiliary battery 14 via diode  $D_1$ . Since current decreases gradually at this time, current will be controlled if on-off control of the switching element  $S_2$  is carried out by electric current feedback control. The feature of this circuit is a point which can be driven even when high compared with the voltage of the main battery 7 and the voltage of the auxiliary battery 14 is low. Therefore, since there are no restrictions to voltage in the case of this example, the battery with which the voltage characteristics of the main battery 7 and the auxiliary battery 14 differ can be used. Therefore, the auxiliary battery 14 can use what has a high energy density to the main battery 7, and is effective in a long-distance race line. That is, it becomes possible by being large as much as possible, transmitting energy to the main battery early, and lengthening time to run only with the main battery to run a long distance further. Miniaturizing more is also possible if the electric double layer (capacitor) which is a power storage means with a high energy density is used for the auxiliary battery 14.

[0045] Drawing 16 is a figure showing composition when charging the battery base car shown in drawing 11 from DC power supply in a charging stand etc. It is a figure explaining another feature of the example of drawing 11. Drawing 16 shows composition when charging the auxiliary battery 14 in a charging stand etc. The battery base car 36 separated from the electromobile 1 is carried to the

charging stand 42, and it is connected to DC power supply 43 which are external powers. The charge director 44 which manages energy  $E_3$  of DC power supply 43 of the charging stand 42 has received the remaining capacity  $E_2$  information on the auxiliary battery 14 from the energy transmission device 37. Based on this remaining capacity  $E_2$ , the charge director 44 outputs charging current instruction  $I_{CR}$  to the energy transmission device 37. Thereby, the energy transmission device 37 can control charging current by the same operation as the time of having connected with the electromobile 1. [0046]Therefore, it can charge in this example, without forming a charging control device special to the charging stand 39. That is, the energy transmission device 37 will be used also [ charge control / from an external power to the auxiliary battery 14 / not only the transfer control from the auxiliary battery 14 to the main battery 7 but ]. In the example of drawing 11, since the electromobile 1 after demounting the battery base vehicle 36 is a common electromobile system, there is the feature widely applicable also to the electromobile of the present \*\* with which the charge and the run by an auxiliary battery are not taken into consideration.

[0047]Although the above is one example of this invention and described the case where it drove with an induction motor, it can apply, also when driving with a synchronous method exchange motor, a direct-current motor, etc.

[0048]

[Effect of the Invention]In this invention, in the electric rolling stock which uses a removable auxiliary battery, an auxiliary battery is removed, and it reduces and runs running resistance.

Therefore, it is effective in extending mileage.

There is an effect which makes charging operation of the removed auxiliary battery easy.

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-123514

(43) 公開日 平成7年(1995)5月12日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

B 6 0 L 11/18

B 6 2 D 63/06

H 0 2 J 7/00

識別記号

A 7227-5H

C 7227-5H

Z

3 0 3 C

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平5-260577

(22) 出願日

平成5年(1993)10月19日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 正木 良三

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 武藤 信義

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 宮崎 泰三

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

最終頁に続く

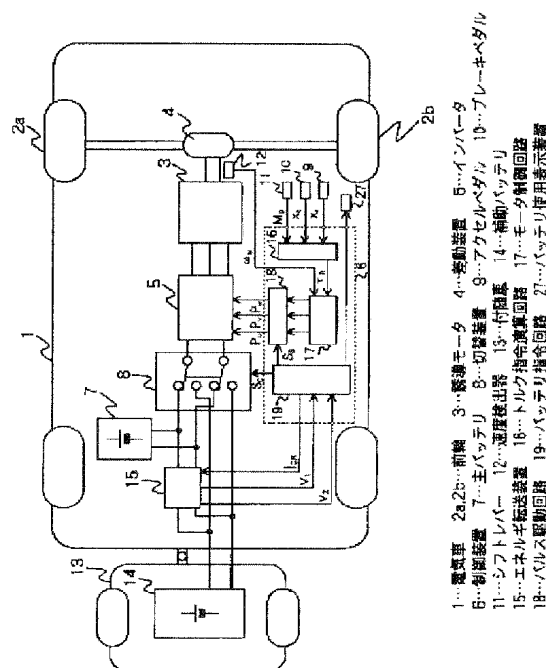
(54) 【発明の名称】 電気車および電気車の走行制御方法

(57) 【要約】

【目的】主バッテリーと任意に搭載可能な補助バッテリーとを用いた電気車において、補助バッテリーを切り離して走行し、走行距離を延長する電気車および電気車の走行制御方法を提供する。

【構成】主バッテリー7および補助バッテリー14の電力を切替装置8で切り替え、インバータ5により電力変換し、誘導モータ3により駆動する電気自動車1において、主バッテリー7の電力より補助バッテリー14の電力を先に消費すると共に、走行中に補助バッテリー14から主バッテリー7へ電力をエネルギー転送装置15を用いて転送し、主バッテリー7を充電する制御を制御装置6に行わせる。補助バッテリー14の電力が消費された時は、補助バッテリー14を切り離し、電気自動車1を身軽にし、次に充電された主バッテリー7の電力を使って続けて走行する。身軽になって走る時間が長くなった分、走行距離を延長することができる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電気車を駆動する電動機と、電力を蓄電する主バッテリーと、前記主バッテリーの電力を変換し前記電動機に供給する電力変換手段と、前記電力変換手段を制御する制御手段とを備えた電気車において、前記電気車に着脱自在に設置され前記主バッテリーに対して補助電源として用いられる補助バッテリーと、前記電気車の走行中に前記補助バッテリーから前記主バッテリーへ電力を転送する電力転送手段とを設けたことを特徴とする電気車。

【請求項2】請求項1において、前記電力転送手段は、前記主バッテリーの満充電を検知する満充電検知手段を有し、前記満充電検知手段が満充電であることを示す所定の満充電値以下と判定した時は前記補助バッテリーから前記主バッテリーへの電力転送を開始するものであることを特徴とする電気車。

【請求項3】請求項1において、前記補助バッテリーは、前記主バッテリーよりエネルギー密度の高い蓄電手段であることを特徴とする電気車。

【請求項4】請求項1において、前記補助バッテリーは、前記電力転送手段と一体構造であることを特徴とする電気車。

【請求項5】電気車に搭載された主バッテリーと、前記主バッテリーに対して補助電源として用いられる補助バッテリーとを制御し走行する電気車の走行制御方法において、前記電気車の走行中に前記補助バッテリーから前記主バッテリーへ前記補助バッテリーの電力を転送し、前記転送が完了したら停車し前記補助バッテリーを前記電気車から取り外し前記主バッテリーへ転送された電力を使って継続走行することを特徴とする電気車の走行制御方法。

【請求項6】請求項5において、前記取り外した補助バッテリーを充電する電流を制御する電流制御機能と、前記主バッテリーへ前記補助バッテリーの電力を転送する電力転送機能とを兼用させることを特徴とする電気車の走行制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はバッテリーで走行する電気車において、その走行距離を延長する電気車および電気車の走行制御方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来からバッテリーの蓄電電力に限りがあるため、電気車は、ガソリン車と比較して、走行距離が短いことが問題である。これに対する解決策として、特開昭57-25103、特開平3-155307、特開平4-334906、特開平4-334907などに記載された方法がある。これらの基本的な考え方は、電気車の主バッテリー以外に補助バッテリーを付加し走行距離を延ばすものである。しかし、これらの公知例の詳細な部分には、それぞれ考え方に異なる点がある。以下、それについて説明する。

【0003】特開昭57-25103、特開平3-155307、特開平4-334906に記載された方法は、電気車自体に補助バッテリーを搭載し走行するか、または補助バッテリーを積載した付随車（後者2例は必ずしも付随車が必要条件でない。）を連結して走行するかして、走行距離を延ばす方法である。そして、付加した補助バッテリーを優先的に使用し、使用済の補助バッテリーを交換して走行することは記載されている。

【0004】また、特開平4-334907に記載された方法は、外部低圧電源、例えば、ガソリン車のバッテリーから高圧電源である電気車の主バッテリーに簡便に電力を補給し、走行距離を延ばす方法である。この方法は主バッテリーの電力が走行中無くなった場合のような非常時の対応に有効である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開昭57-25103、特開平3-155307、特開平4-334906に記載された方法は、電気車の走行中に補助バッテリーから主バッテリーへ蓄電電力を転送することについて考慮されているものではない。一方、特開平4-334907の方法は、非常時を想定したものであり、走行距離を延長するとは言い難いものである。また、低圧電源から高圧電源への充電であり充電効率の低いものであり、充電効率の面から見ても適さないものである。そのため、主バッテリーおよび補助バッテリーの両方の電力が無くなった場合は、主バッテリーを充電するために停車するか、充電せずに使用済の補助バッテリーを交換して走行する（次から次と付随車を交換連結し走行するまたは電気車に搭載した補助バッテリーを次から次と交換搭載し走行する）方法を取る必要がある。常に付随車を連結するか、常に補助バッテリーを搭載するなどして走行する場合は、車体重量が増加し走行抵抗が増えるので、走行距離を延長する割合が小さくなる問題がある。また、「走行距離を延長すること」に深く関係する使用済補助バッテリーの充電についての記載もない。

【0006】本発明の第一の目的は、主バッテリーと任意に搭載可能な補助バッテリーとを用いた電気車において、走行距離を延長する電気車および電気車の走行制御方法を提供することにある。

【0007】本発明の第二の目的は、走行距離を延長するための補助バッテリーの充電方法において、取り外した補助バッテリーの充電作業を容易にする電気車の走行制御方法を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の第一の目的は、電気車を駆動する電動機と、電力を蓄電する主バッテリーと、主バッテリーの電力を変換し電動機に供給する電力変換手段と、電力変換手段を制御する制御手段とを備えた電気車において、電気車に着脱自在に設置され主バッテリーに対して補助電源として用いられる補助バッテリーと、電気車の走行中に補助バッテリーから主バッテリーへ電力を

転送する電力転送手段とを設けることにより達成される。

【0009】また、電気車に搭載された主バッテリーと、主バッテリーに対して補助電源として用いられる補助バッテリーとを制御し走行する電気車の走行制御方法において、電気車の走行中に補助バッテリーから主バッテリーへ補助バッテリーの電力を転送し、転送が完了したら停車して補助バッテリーを電気車から取り外し主バッテリーに転送された電力を使って継続走行することでも達成される。

【0010】さらに第二の目的を達成する電気車の走行制御方法は、電気車の走行中に補助バッテリーから主バッテリーへ補助バッテリーの電力を転送し、転送が完了したら停車し補助バッテリーを電気車から取り外し主バッテリーへ転送された電力を使って継続走行するものであって、当該取り外した補助バッテリーを充電する電流を制御する電流制御機能と、主バッテリーへ補助バッテリーの電力を転送する電力転送機能とを兼用させるものである。

【0011】

【作用】主バッテリーの電力が無くなった状態で継続走行する場合、新たに補助バッテリーを搭載交換または連結交換し走行する点は、本発明も従来の技術と同じであるが、交換後の走行中に補助バッテリーから主バッテリーへ補助バッテリーの電力を転送する点が、異なる所である。本発明の場合、転送により走行中に補助バッテリーの電力が無くなれば、その時点で補助バッテリーを取り外す。そして、取り外した後は、主バッテリーに転送された電力を使って継続走行することが出来る。

【0012】これに対し従来の技術の場合、補助バッテリーの電力を使い切る最初から最後まで、取外して走行することは出来ない。従って、本発明と従来の技術の間に、補助バッテリーの重量分の走行抵抗に差が生じ、身軽になって走行できる本発明の場合の方が電気車の走行距離を延長することができる。

【0013】一方、補助バッテリーから主バッテリーへの電力転送を行う電力転送手段と補助バッテリーとを一体構造のものとし、外部電源にて車体から切り離れた補助バッテリーを充電する時、上記の電力転送手段を使って充電できるようにする。即ち、転送制御と充電制御とを兼用させることにより、別の充電制御装置を準備する必要がなく、取り外した補助バッテリーの充電作業を容易に行えるようにする。これは、補助バッテリーの搭載交換または連結交換を行って走行距離を延長するシステムとして便利であり有効である。

【0014】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照し説明する。

【0015】図1は、本発明による一実施例の電気車を示す構成図である。電気車1における走行用の誘導モータ3を電気車1の車体に配置した主バッテリー7と付随車13に配置した補助バッテリー14とにより駆動する場合

の実施例である。なお、電気車1の後部に付随車13を連結する構造である。

【0016】図2は、図1に示す電気車の側面から見た外観図である。付随車13は簡単に着脱できる。図1に戻って、電気車1の前輪2a、2bは差動装置4を介して誘導モータ3に機械的に接続されている。インバータ5は制御装置6から出力されるPWMパルス $P_u$ 、 $P_v$ 、 $P_w$ により制御される。制御装置6の切替信号 $Sc$ により切替装置8は切り替えられ、主バッテリー7または補助バッテリー14が選択され、誘導モータ3に電力がいずれか一方のバッテリーから供給される。制御装置6はトルク指令演算回路16、モータ制御回路17、パルス駆動回路18およびバッテリー指令回路19から構成されている。トルク指令演算回路17は、アクセルペダル9、ブレーキペダル10、シフトレバー11からそれぞれ出力される加速信号 $X_a$ 、減速信号 $X_b$ 、シフト信号 $M_s$ に基づいて、電気車1の加減速を行うためのトルク指令 $\tau_k$ を決定する。このトルク指令 $\tau_k$ と速度検出器12により検出された誘導モータのモータ速度 $\omega_m$ がモータ制御回路17に入力され、誘導モータの制御方法としてよく知られたベクトル制御演算が行われる。この結果、モータ制御回路17からPWMパルス $P_u$ 、 $P_v$ 、 $P_w$ が出力される。なお、これらのPWMパルスはパルス駆動回路18に入力されるが、後述するバッテリー指令回路19から出力されるパルス停止信号 $S_s$ により起動・停止制御が行われる。つまり、パルス停止信号 $S_s$ がONの時は、モータ制御回路17から出力されたPWMパルス $P_u$ 、 $P_v$ 、 $P_w$ がそのままインバータ5に主力され、インバータ5はPWM制御される。また、パルス停止信号 $S_s$ がOFFの時は、PWMパルスは出力されず、インバータ5の制御は停止する。

【0017】次に、本発明の重要な構成要素であるエネルギー転送装置15およびこれを制御するバッテリー指令回路19について説明する。エネルギー転送装置15は補助バッテリー14のエネルギーを主バッテリー7に転送することが目的であり、その入力側は補助バッテリー14に、出力側は主バッテリー7に接続されている。また、エネルギー転送装置15からバッテリー指令回路19へ、主バッテリー7および補助バッテリー14の電圧 $V_1$ 、 $V_2$ が出力される。一方、バッテリー指令回路19で演算され得られた充電電流指令 $I_c$ はエネルギー転送装置15に出力される。尚、エネルギー転送装置15とバッテリー指令回路19とが一体となった電力転送手段でも可である。

【0018】図3は、本発明による一実施例のエネルギー転送装置の回路構成を示す図である。エネルギー転送装置15の回路構成図である。図に示すように、エネルギー転送装置15はDC/DCコンバータ20およびバッテリー制御回路21からなる。バッテリー制御回路21は、電圧検出器22、23、充電電流制御回路24、電流検出器25、パルス駆動回路26からなる。電圧検出器22、

23で検出された主バッテリー7および補助バッテリー14のそれぞれの電圧 $V_1$ 、 $V_2$ はバッテリー指令回路19に出力される。充電電流制御回路24において、充電電流指令 $I_{cr}$ と電流検出器25で検出しフィードバックした充電電流を用いて、比例・積分制御演算などの電流制御演算が行われ、PWMパルス $P_p$ が出力される。これにより、パルス駆動回路26はスイッチング素子 $S$ を駆動し、主バッテリー7に充電される充電電流を充電電流指令 $I_{cr}$ 通りに制御する。なお、充電電流指令 $I_{cr}$ がゼロの時は、PWMパルス $P_p$ の出力は停止し、DC/DCコンバータ20の動作も停止する。

【0019】図4は、DC/DCコンバータ20のスイッチングにより流れる電流を示す回路動作図である。この動作について回路動作図を用いて説明する。このコンバータは、補助バッテリー14の電圧 $V_2$ が主バッテリー7の電圧 $V_1$ より高い時動作する回路構成となっている。そのため、補助バッテリー14の残存容量が低下した時も、 $V_2 > V_1$ の条件が常に成り立つようにあらかじめ補助バッテリーの定格電圧を設定しておく必要がある。まず、スイッチング素子 $S$ がオンした時は、図4(a)に示す回路により、リアクトル $L$ を介して補助バッテリー14から主バッテリー7への電流が増加していく。次に、スイッチング素子 $S$ がオフした時は、図4(b)の回路に示す方向に電流が流れる。つまり、リアクトル $L$ に流れていた電流は、流れ続けようとダイオード $D$ をオンし、主バッテリー7を充電する電流として流し続ける。この時、徐々に充電電流は減少するため、充電電流制御回路24の指令により再びスイッチング素子 $S$ をオンする動作が行われる。このように、図4(a)、(b)に示す回路構成の動作が繰り返され、所定の充電電流制御が行われる。これにより、補助バッテリー14のエネルギーを主バッテリー7に転送することができる。

【0020】図5は、バッテリー指令回路19で行われる演算処理のフローチャートを示す図である。この演算内容について述べる。ここでは、バッテリーの充電状態を電圧で検出する一実施例の場合について説明する。

【0021】まず、ステップ101において補助バッテリー14の電圧 $V_2$ と、補助バッテリー14の残存容量がゼロであることを示す補助バッテリー最低電圧 $V_{2MIN}$ とを比較する。 $V_2 > V_{2MIN}$ の時は、ステップ102で切替信号 $S_c$ を2とする。また、 $V_2 \leq V_{2MIN}$ の時は、ステップ103にジャンプして切替信号 $S_c$ を1とする。ここで、切替信号 $S_c$ が1の時は主バッテリーに、または2の時は補助バッテリーに切替装置8が切り替わることを意味している。従って、補助バッテリー14のエネルギーが無くなるまで、主バッテリー7よりも補助バッテリー14のエネルギーを優先的に消費する制御が行われることになる。ステップ102の演算を行った後、ステップ104において、主バッテリー7の電圧 $V_1$ と、主バッテリー最高電圧 $V_{1MAX}$ とを比較する。この主バッテリー最高電圧 $V_{1MAX}$ は主バッテリーが満充

電状態か否かを示すものである。 $V_1 < V_{1MAX}$ の時は、ステップ105で、主バッテリー7の電圧 $V_1$ に応じて充電電流指令 $I_{cr}$ の演算を行う。主バッテリー7が充電され、電圧 $V_1$ が徐々に増加する時は、充電電流指令 $I_{cr}$ を徐々に低減する演算を行っている。この場合、主バッテリー7が満充電状態でないので、補助バッテリー14から主バッテリー7に充電するように、充電電流指令 $I_{cr}$ を演算している。また、 $V_1 \geq V_{1MAX}$ の時、つまり、主バッテリー7が満充電状態になった時は、ステップ106で充電電流指令 $I_{cr}$ はゼロとしている。ステップ103の演算を行った後も同じステップ106の演算を行う。これは、補助バッテリー14のエネルギーが無い場合を意味するので、充電できず、充電電流指令 $I_{cr}$ はゼロにしている。

【0022】ステップ105、106の次は、ステップ107において、切替信号 $S_c$ が前回と異なるか否かを判定する。前回と異なる場合は、切替装置8でバッテリーを切り替える必要があるため、インバータ5を一旦停止しなければならない。そこで、ステップ108において、パルス停止信号 $S_s$ をオンにし停止する。また、切替信号 $S_c$ が前回と同じ場合は、インバータ5を停止する必要はないので、ステップ109においてパルス停止信号 $S_s$ をオフにしている。最後に、ステップ110で、パルス停止信号 $S_s$ 、切替信号 $S_c$ 、充電電流指令 $I_{cr}$ をこの順で図1の各装置に出力している。また、図1において、バッテリー使用表示装置27はバッテリー指令回路19からの信号を用いて切替信号 $S_c$ 、充電電流指令 $I_{cr}$ を表示することにより、バッテリーの使用状態を運転者に表示するものである。

【0023】以上の制御方法を用いると、切替装置8により補助バッテリー14のエネルギーを優先してモータ駆動に消費すると共に、主バッテリー7が満充電状態でない場合は、モータを駆動しながら（即ち走行しながら）、エネルギー転送装置15により補助バッテリー14のエネルギーを主バッテリー7に転送することができる。

【0024】図6は、図1の実施例を用いて長距離走行した場合の両バッテリーのエネルギー状態の変化と付随車の連結状態をタイムチャートで示した図である。この方式を実際に用いた時の利点について説明する図である。図6(a)、(b)共に、主バッテリーと補助バッテリーを満充電にして走行開始し長距離走行する場合を想定し、また補助バッテリーを数拾km毎に交換できる充電スタンドが設置されている場合を想定したものである。補助バッテリーは補助バッテリーを積載した付随車の場合とする。そして、図6(a)は従来の運転方法である。図6(b)は補助バッテリー15から主バッテリー7へのエネルギー転送装置15が有る一実施例の運転方法である。

【0025】図6(a)に示す従来の場合は、時刻 $t_1$ までは主バッテリーと補助バッテリーを同時に使用して駆動するので、両バッテリーの残存容量が徐々に減少する。これに対して、図6(b)に示す実施例の場合、まず、時

10

20

30

40

50



時刻  $t_1$  までは補助バッテリーだけを使用して駆動するので、補助バッテリーの残存容量だけが減少する。そして、時刻  $t_1$  からは主バッテリーを使用しなければならないので、主バッテリーの残存容量が減少する。この場合、補助バッテリーは時刻  $t_1$  時点で不要となるので、付随車を充電スタンド等に置いていくことができる。このようにすれば、補助バッテリー即ち付随車の重量分だけ車重を軽減し走行することができる。従って、電気車を身軽にして走行する時間が生じ、その分効率良く電気車を走行させることができる。したがって、時刻  $t_1$  から  $t_2$  までは主バッテリーの残存容量はゆっくり減少する。つまり、時刻  $t_2$  時点までを考えた場合、図 6 (b) の運転方法が図 6 (a) の方法よりも、両バッテリーを加算した同じエネルギーを消費して走行する距離は延長することが判る。

【0026】しかし、本発明の本来の特徴は時刻  $t_2$  以降における制御方法の違いにある。

【0027】図 6 (a) の場合、時刻  $t_2$  以降、直ぐさま連続して走行しようとする場合、主バッテリーの残存容量は殆どないので、補助バッテリーを搭載した付随車を充電スタンドで次から次と連結せざるを得ない。そのため、時刻  $t_2$  以降は、常に付随車を連結したまま走行しなければならない。

【0028】これに対して、図 6 (b) の場合の時刻  $t_2$  以降の動作について説明する。時刻  $t_2$  において、満充電の補助バッテリー 14 を搭載した付随車 13 を連結する。この点は、図 6 (a) の場合と同じである。しかし、補助バッテリー 14 のエネルギーを走行のため消費すると同時に、エネルギー転送装置 15 により補助バッテリー 14 のエネルギーを主バッテリー 7 に転送する点異なる。そのため、時刻  $t_2$  から  $t_3$  までは補助バッテリーの残存容量の減り具合は、図 6 (a) と比較して、図 6 (b) の方が大きく、時刻  $t_3$  でゼロになる。しかしながら、主バッテリー 7 の残存容量は走行中であるにもかかわらずエネルギー転送により増加し、主バッテリー 7 は満充電状態にすることができる。そのため、時刻  $t_3$  時点において、付随車 13 を切り離し充電スタンドに付随車 13 を置いてそのまま継続走行することができる。従って、時刻  $t_3$  から  $t_4$  までは再び身軽になって走行することになり、効率良く走行することができる。なお、付随車の着脱が多くなるので、その着脱作業は容易なものとし、着脱回数は少なくするように主バッテリーおよび補助バッテリーのエネルギー容量を設定する。また、バッテリー使用表示装置 27 により、交換時期を容易に運転者が把握できるようにし、安心して走行できるようにもする。

【0029】本実施例を用いることにより、長距離走行する場合の高効率化が図れ、走行距離をより延長できる効果がある。

【0030】図 7 は、本発明による他の実施例の電気車を示す構成図である。補助バッテリーのエネルギーをすべてエネルギー転送装置 28 を介して主バッテリーへ転送する場

合の他の実施例である。図 1 の実施例は切替装置 8 による主バッテリーと補助バッテリーの切替方式であるのに対し、本実施例は切り替えのない方式である。なお、補助バッテリー 14 を搭載したバッテリー台車 29 は走行中は電気自動車 1 の車体内に内蔵できる構造としている。

【0031】図 8 は、図 7 に示す電気車の側面から見た概略配置図である。この方式は付随車 13 の場合と比較して走行抵抗を低減できる特徴がある。図 7 に戻って、インバータ 5 は主バッテリー 7 からエネルギーを供給されると共に、補助バッテリー 14 からもエネルギー転送装置 28 を介してエネルギーを供給される構成となっている。

【0032】図 1 の実施例と異なるエネルギー転送装置 28 の動作について説明する。エネルギー転送装置 28 は、より正確にバッテリーの充電制御を行なうために、主バッテリー 7 および補助バッテリー 14 の電圧  $V_1$ 、 $V_2$  の代わりにそれぞれの残存容量  $E_1$ 、 $E_2$  を演算し、それを制御装置 6 に出力している。制御装置 6 で行なう充電電流指令  $I_{ch}$  の演算は、補助バッテリー 14 が残存容量がゼロでない時に、常に主バッテリー 7 が満充電状態になるような処理演算である。即ち、主バッテリーが満充電状態でない場合は、エネルギー転送装置 28 の出力である充電電流  $I_c$  がインバータ 5 の入力電流  $i_i$  より大きくなるように充電電流指令  $I_{ch}$  を設定する処理演算が行なわれる。これにより、誘導モータ 3 を駆動しながら主バッテリー 7 を充電することができる。また、主バッテリー 7 が満充電の場合は、充電電流指令  $I_{ch}$  をインバータ 5 の入力電流  $i_i$  と一致させる処理演算が行なわれる。このようにすれば、切替装置 8 を用いることなく、図 1 の実施例と同等の効果を得ることができるので、小型化が可能である。

【0033】一方、主バッテリー 7 が満充電状態の時は、誘導モータ 3 からの回生電流を補助バッテリー 14 に流し込まなければならない。

【0034】図 9 は、補助バッテリーに回生する場合のエネルギー転送装置の回路構成を示す図である。回生に対応するためのエネルギー転送装置 28 の回路構成を示すものである。回生制御を行うための DC/DC コンバータ 30 およびバッテリー制御回路 31 からなる。DC/DC コンバータ 30 において、補助バッテリー 14 から主バッテリー 7 への充電は図 4 と同じ方法でスイッチング素子  $S_1$  とダイオード  $D_1$  により制御されるので、説明を省略する。

【0035】図 10 は、図 9 に示すエネルギー転送装置のスイッチングにより補助バッテリーに回生する時の、電流の流れを示す回路動作図である。回生する時は、スイッチング素子  $S_2$  をオン・オフ制御することにより電流制御が行われる。図 10 (a) のように、スイッチング素子  $S_2$  をオンした時、主バッテリー 7 からの電流または誘導モータ 3 からの回生電流がリアクトル  $L$  を介して流れ始め、徐々に増加する。また、スイッチング素子  $S_2$  をオフした時、リアクトル  $L$  の電流を流し続けるためダイオード  $D_1$  をオンにして電流が流れ、図 10 (b) の回

路に充電電流が流れ補助バッテリー 14 を充電することができる。なお、補助バッテリー 14 の電圧  $V_2$  は主バッテリー 7 の電圧  $V_1$  よりも常に大きく設定してあるので、その充電電流は徐々に減少する。従って、スイッチング素子  $S_2$  をオン・オフ制御することにより、充電電流の大きさを所定の値に制御することができる。

【0036】バッテリー制御回路 31 は図 3 の制御回路と比較して次の点が異なる。主バッテリー 7 の残存容量を正確に計測するため、残存容量演算回路 32 が設けられている。主バッテリー 7 の電圧  $V_1$  と電流からその積を積分することで、充電および消費エネルギーが算出される。これをもとに、残存容量  $E_1$  が得られる。補助バッテリー 14 の残存容量についても同様に、新たに設けた電流検出器 33 により検出された補助バッテリー 14 に流れる電流と、補助バッテリー 14 の電圧  $V_2$  をもとに、残存容量演算回路 34 にて残存容量  $E_2$  が得られる。これらは制御装置 6 に入力される。

【0037】また、充電電流制御回路 24 は、充電電流指令  $I_{ch}$  が正の時だけでなく負の時も演算する点が、図 3 と異なる。つまり、充電電流指令  $I_{ch}$  が正の時は、補助バッテリー 14 から主バッテリー 7 への充電制御演算を行い、電流フィードバック制御で得られる PWM パルス  $P_p$  によりスイッチング素子  $S_1$  の駆動制御演算を行う。そして、充電電流指令  $I_{ch}$  が負の時は、この場合は補助バッテリー 14 への回生を意味し、同様に電流フィードバック制御で得られた PWM パルス  $P_m$  をパルス駆動回路 35 に出力するスイッチング素子  $S_2$  の駆動制御演算を行う。このパルス駆動回路 35 はスイッチング素子  $S_2$  を駆動するためのものであり、これにより、図 10 の回路動作で充電することができる。この実施例では、補助

バッテリー 14 へ回生電流を流せることが特徴の一つである。

【0038】従って、この実施例を用いれば、より簡単な回路構成で、主バッテリーへのエネルギー転送を行うことができるので、長距離走行の可能な電気自動車を安価に提供することができる。

【0039】図 11 は、本発明によるもう一つ他の実施例の電気車を示す構成図である。外部電源から補助バッテリー 14 への充電を考慮した実施例である。図 7 の実施例と異なる点は、エネルギー転送装置 37 と補助バッテリー 14 とを一体構造とし、バッテリー台車 36 に配置したことである。これにより、エネルギー転送装置 37 の重量分だけ電気車の車重が減り、身軽に走行するに有利である。なお、主バッテリー 7 の残存容量を検出する部分は別に設ける残存容量演算回路 38 を用いて演算し、その結果を制御装置 6 に出力している。この残存容量演算回路 38 の動作は図 9 の残存容量演算回路 32 と同様の動作である。

【0040】図 12 は、図 11 に示す電気車 1 にバッテリー台車 36 を接続した時の側面から見た概略配置図であ

る。この方式は走行抵抗の低減と着脱の容易さとの両方を考慮したものである。

【0041】図 13 は、補助バッテリーの電圧が主バッテリーの電圧より低い場合でも充放電ができるエネルギー転送装置の回路構成を示す図である。図 11 の実施例の他の特徴であるエネルギー転送装置 37 の回路構成を示す図である。補助バッテリー 14 の電圧が主バッテリーの電圧より低い場合にも充放電できる DC-DC コンバータ 39 とこれを制御するバッテリー制御回路 40 とから、エネルギー転送装置 37 は構成されている。バッテリー制御回路 40 において、図 9 の実施例と異なる主な点は電流検出器 41 の配置である。電流検出器 41 はリアクトル  $L$  を流れる連続電流を検出するために設けており、この検出信号により電流フィードバック制御を行なっている。なお、この電流検出法により補助バッテリーの充放電電流を検知することができる。

【0042】図 14 と図 15 は、DC-DC コンバータ 39 の動作について説明する図である。

【0043】図 14 は、補助バッテリー 14 から主バッテリー 7 に充電する時の動作を示したものである。スイッチング素子  $S_1$  をオンした場合は、リアクトル  $L$  を通して図 14 (a) のような回路に電流が流れ始め、徐々に増加する。次に、スイッチング素子  $S_1$  をオフした場合は、図 14 (b) のように、リアクトル  $L$  の電流がダイオード  $D_2$  を通して主バッテリー 7 に充電される。この時、電流は徐々に減少する。図 14 において、主バッテリー 7 の極性に注意する必要がある。以上の動作を電流フィードバック制御演算により制御すれば、所定の電流を流すことができる。

【0044】図 15 は、補助バッテリー 14 に回生する時の動作を示したものである。スイッチング素子  $S_2$  をオンした場合は、主バッテリー 7 からの電流または誘導モータ 3 からの回生電流がリアクトル  $L$  を通して図 15

(a) のように流れ始め、徐々に増加する。スイッチング素子  $S_2$  をオフした場合は、図 15 (b) のようにリアクトル  $L$  に流れる電流はダイオード  $D_1$  を介して補助バッテリー 14 に回生される。この時、電流は徐々に減少するので、電流フィードバック制御により、スイッチング素子  $S_2$  をオン・オフ制御すれば、電流は制御される。

この回路の特徴は、補助バッテリー 14 の電圧が主バッテリー 7 の電圧と比べて高い場合でも低い場合でも駆動できる点である。従って、この実施例の場合、電圧に対する制約がないので、主バッテリー 7 と補助バッテリー 14 の電圧特性の異なるバッテリーが使用できる。そのため、補助バッテリー 14 は主バッテリー 7 に対してエネルギー密度の高いものを使用することが可能であり、長距離走行に有効である。即ち出来るだけ多く、早くエネルギーを主バッテリーに転送し、主バッテリーのみで走行する時間を長くすることにより、さらに長距離を走行することが可能となる。また、補助バッテリー 14 に、エネルギー密度の高い

蓄電手段である電気2重層（コンデンサ）を使用すれば、より小型化することも可能である。

【0045】図16は、図11に示すバッテリー台車を充電スタンドなどで直流電源から充電する時の構成を示す図である。図11の実施例のもう一つの特徴について、説明する図である。図16は補助バッテリー14を充電スタンド等で充電する時の構成を示したものである。電気自動車1から切り離されたバッテリー台車36は、充電スタンド42に運ばれ、外部電源である直流電源43に接続される。また、充電スタンド42の直流電源43のエネルギーE<sub>3</sub>を管理する充電指令装置44は、エネルギー転送装置37から補助バッテリー14の残容量E<sub>2</sub>情報を受けとっている。この残容量E<sub>2</sub>に基づき、充電指令装置44は、充電電流指令I<sub>3</sub>をエネルギー転送装置37に出力する。これにより、エネルギー転送装置37は、電気自動車1に接続している時と同様の動作により、充電電流を制御することができる。

【0046】従って、この実施例では、充電スタンド39に特別な充電制御装置を設けることなく、充電を行うことができる。つまり、エネルギー転送装置37を補助バッテリー14から主バッテリー7への転送制御だけでなく、外部電源から補助バッテリー14への充電制御にも兼用することになる。さらに、図11の実施例において、バッテリー台車36を取外した後の電気自動車1は、一般的な電気自動車システムであるため、補助バッテリーによる充電・走行が考慮されてない現流の電気自動車にも広く適用できる特徴がある。

【0047】以上が、本発明の一実施例であり、誘導モータで駆動する場合について述べたが、同期式交流モータ、直流モータなどで駆動する場合にも適用できる。

#### 【0048】

【発明の効果】本発明によれば、着脱可能な補助バッテリーを使用する電気車において、補助バッテリーを取り外し走行抵抗を減らして走行するので、走行距離を延長する効果がある。また、取り外した補助バッテリーの充電作業を容易にする効果もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による一実施例の電気車を示す構成図である。

【図2】図1に示す電気車の側面から見た外観図である。

【図3】本発明による一実施例のエネルギー転送装置の回路構成を示す図である。

【図4】図3に示すエネルギー転送装置のDC-DCコン

バータのスイッチングによる電流の流れを示す回路動作図である。

【図5】バッテリー指令回路で行われる演算処理のフローチャートを示す図である。

【図6】図1の実施例を用いて長距離走行した場合の両バッテリーのエネルギー状態の変化と付随車の連結状態をタイムチャートで示した図である。

【図7】本発明による他の実施例の電気車を示す構成図である。

10 【図8】図7に示す電気車の側面から見た概略配置図である。

【図9】補助バッテリーに回生する場合のエネルギー転送装置の回路構成を示す図である。

【図10】図9に示すエネルギー転送装置のスイッチングにより補助バッテリーに回生する時の、電流の流れを示す回路動作図である。

【図11】本発明による他の実施例の電気車を示す構成図である。

20 【図12】図11に示す電気車にバッテリー台車を接続した時の側面から見た概略配置図である。

【図13】補助バッテリーの電圧が主バッテリーの電圧より低い場合でも充放電ができるエネルギー転送装置の回路構成を示す図である。

【図14】図13に示すエネルギー転送装置のスイッチングにより補助バッテリーから主バッテリーに充電する時の、電流の流れを示す回路動作図である。

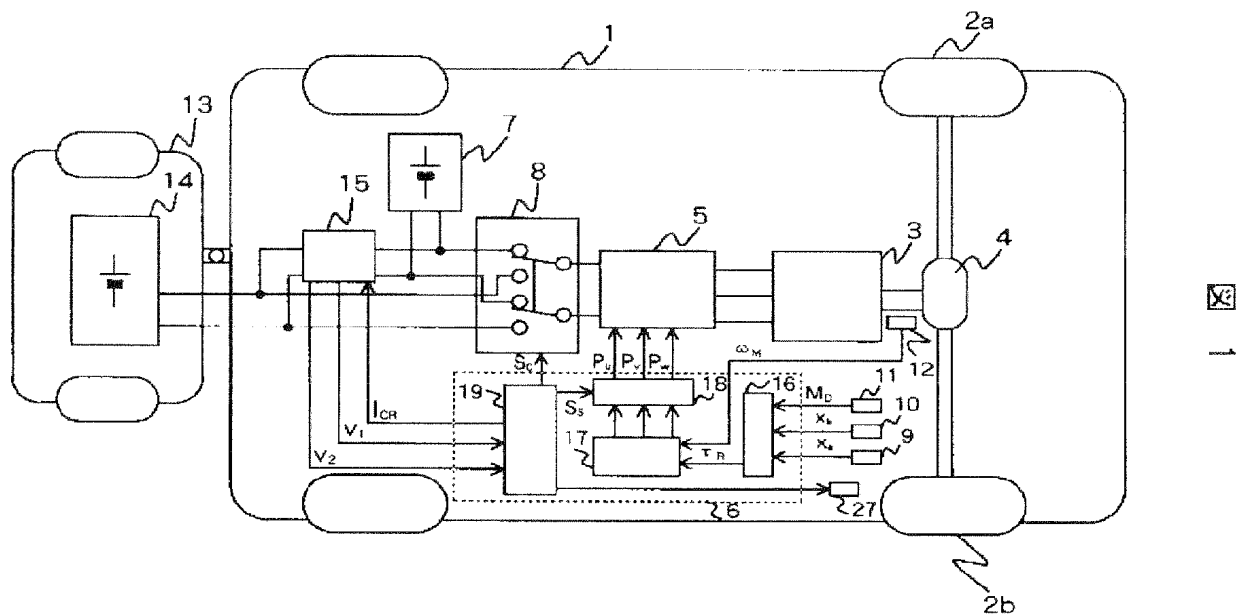
【図15】図13に示すエネルギー転送装置のスイッチングにより補助バッテリーに回生する時の、電流の流れを示す回路動作図である。

30 【図16】図11に示すバッテリー台車を充電スタンドなどで直流電源から充電する時の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

1--電気車 2a、2b--前輪 3--誘導モータ 4--差動装置 5--インバータ 6--制御装置 7--主バッテリー 8--切替装置 9--アクセルペダル 10--ブレーキペダル 11--シフトレバー 12--速度検出器 13--付随車 14--補助バッテリー 15、28、37--エネルギー転送装置 16--トルク指令演算回路 17--モータ制御回路 18、26、35--パルス駆動回路 19--バッテリー指令回路 20、30、39--DC-DCコンバータ 21、31、40--バッテリー制御回路 22、23--電圧検出器 24--充電電流制御回路 25、33、41--電流検出器 27--バッテリー使用表示装置 29、36--バッテリー台車 32、34、38--残容量演算回路 42--充電スタンド 43--直流電源 44--充電指令装置

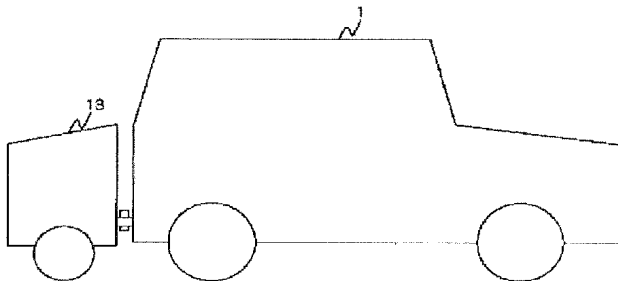
【図1】



1…電気車 2a,2b…前輪 3…誘導モータ 4…差動装置 5…インバータ  
 6…制御装置 7…主バッテリー 8…切替装置 9…アクセルペダル 10…ブレーキペダル  
 11…シフトレバー 12…速度検出器 13…付随車 14…補助バッテリー  
 15…エネルギー転送装置 16…トルク指令演算回路 17…モータ制御回路  
 18…パルス駆動回路 19…バッテリー指令回路 27…バッテリー使用表示装置

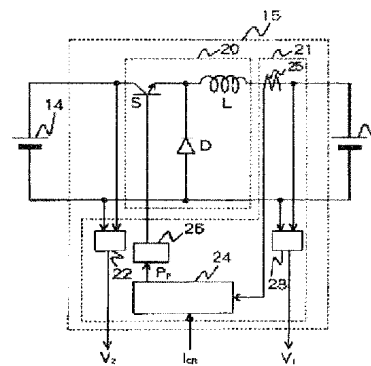
【図2】

図 2



【図3】

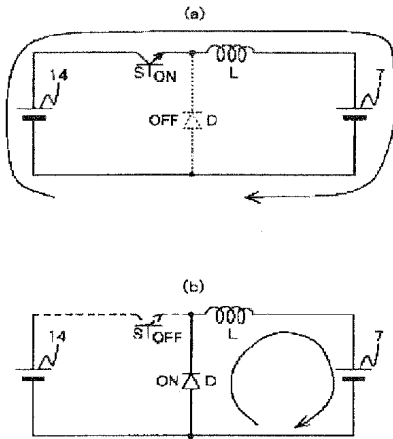
図 3



20…DC-DCコンバータ 21…バッテリー制御回路 22,23…電圧検出器  
 24…充電電流制御回路 25…電流検出器 26…パルス駆動回路

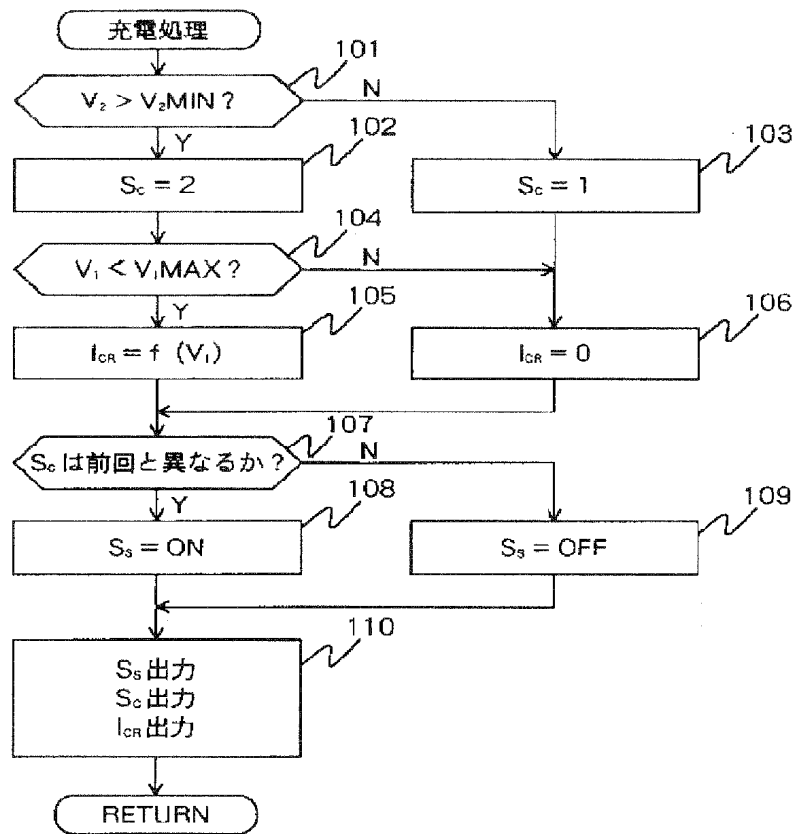
【図4】

図 4



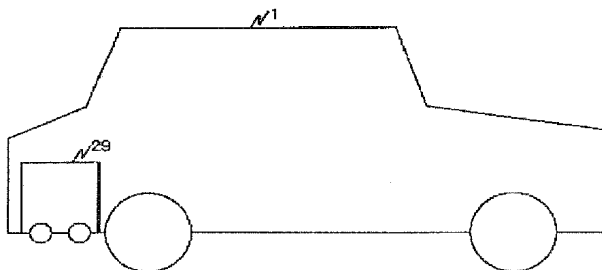
【図5】

図 5



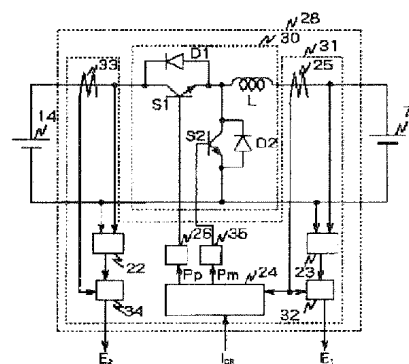
【図8】

図 8



【図9】

図 9



30…DC-DCコンバータ  
33…電流検出器

31…バッテリー制御回路  
35…パルス駆動回路

32, 34…残存容量演算回路



11

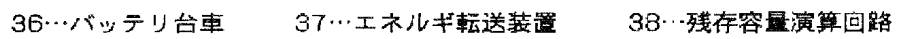


图 12

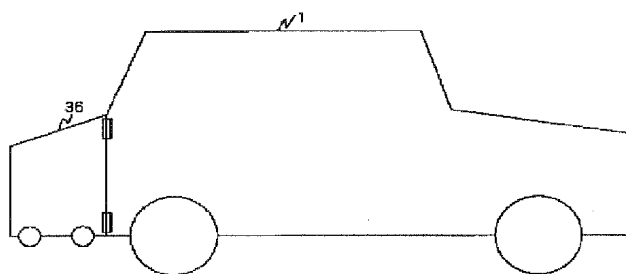
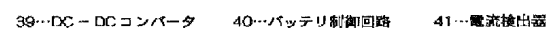
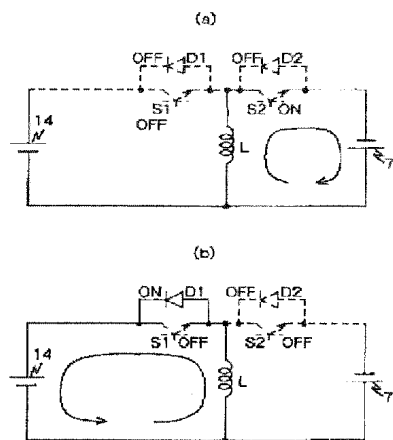


图 13



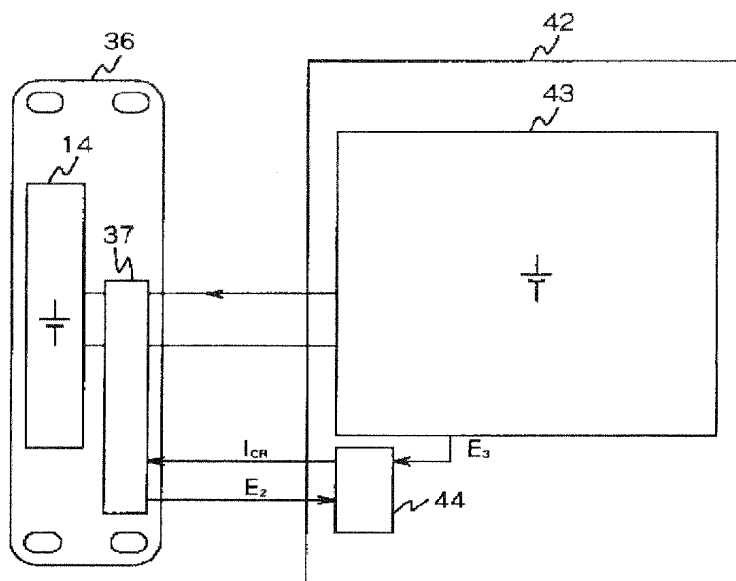
【図15】

図 15



【図16】

図 16



42…充電スタンド

43…直流電源

44…充電指令装置

フロントページの続き

(72)発明者 田島 文男  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
 式会社日立製作所日立研究所内